

#3

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

HATAE et al.

Application Number: 10/080,578

Filed: February 25, 2002

**For: SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT AND
COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM**



**Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231**

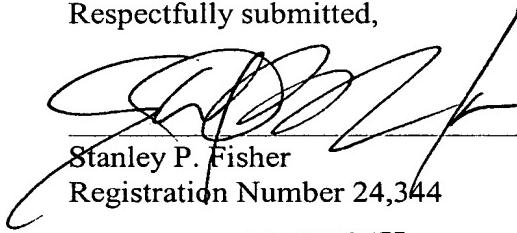
**NOTICE OF PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of May 31, 2001, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2001-163575

The certified copy of corresponding Japanese patent application 2001-163575 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,



Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

JUAN CARLOS A. MARQUEZ
Registration No. 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200

April 1, 2002



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 5月31日

出願番号
Application Number:

特願2001-163575

[ST.10/C]:

[JP2001-163575]

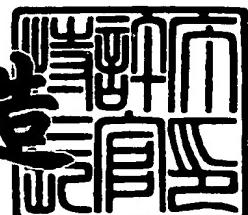
出願人
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2002年 3月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3013369

【書類名】 特許願
 【整理番号】 H01004161
 【提出日】 平成13年 5月31日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G06F 13/38
 【発明者】
 【住所又は居所】 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式会社日立製作所 デバイス開発センタ内
 【氏名】 波多江 博
 【発明者】
 【住所又は居所】 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式会社日立製作所 デバイス開発センタ内
 【氏名】 渡辺 浩己
 【発明者】
 【住所又は居所】 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式会社日立製作所 デバイス開発センタ内
 【氏名】 小林 幸史
 【特許出願人】
 【識別番号】 000005108
 【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
 【代理人】
 【識別番号】 100089071
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 玉村 静世
 【電話番号】 047-361-8861
 【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011040
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体集積回路及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数個のデータを並列演算可能なS IMD演算部と、前記S IMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部とを有し、前記データ転送制御部は、前記データバッファから読み出された複数個のデータに対する前記S IMD演算部による演算動作に並行して前記データバッファに以降の演算に用いるデータを転送制御可能であることを特徴とする半導体集積回路。

【請求項2】 前記データバッファはデュアルポートを持ち、一方のポートは第1バスを介して前記S IMD演算部に接続され、他方のポートは第2バスを介して前記データ転送制御部に接続されて成るものであることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路。

【請求項3】 前記一方のポートは前記第1バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能であり、前記他方のポートは前記第2バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能であることを特徴とする請求項2記載の半導体集積回路。

【請求項4】 前記S IMD演算部は、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第1データレジスタと、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第2データレジスタと、前記第1及び第2データレジスタに夫々ラッチされた複数個のデータを入力して並列演算を行う演算器と、を含んで成るものであることを特徴とする請求項3記載の半導体集積回路。

【請求項5】 前記S IMD演算部に対する演算制御と前記データバッファに対する前第1バス経由のアクセス制御が可能な中央処理装置を有して成るものであることを特徴とする請求項2記載の半導体集積回路。

【請求項6】 複数個のデータを並列演算可能なS IMD演算部と、前記S IMD演算部に第1バスで接続されるデータバッファと、前記データバッファに第2バスで接続されるデータ転送制御部とを有し、前記データ転送制御部は、前記第2バスを経由して前記データバッファへ転送すべき複数個のデータに対し夫々ビット拡張を行うビット拡張部を含んで成ることを特徴とする半導

体集積回路。

【請求項7】 前記ビット拡張部はデータの最上位ビットに基づいて1ビットの符号拡張を行うものであることを特徴とする請求項6記載の半導体集積回路。

【請求項8】 前記ビット拡張部は複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うものであることを特徴とする請求項6記載の半導体集積回路。

【請求項9】 前記ビット拡張部の前段に複数個のデータに対するデータアライナを有して成るものであることを特徴とする請求項6記載の半導体集積回路。

【請求項10】 前記データ転送制御部は、前記データバッファから読み出されて前記第2バスを経由する複数個のデータに対して夫々ビット縮小を行うビット縮小部を有して成るものであることを特徴とする請求項6記載の半導体集積回路。

【請求項11】 前記ビット縮小部はデータの最上位ビットの切り捨てを行うものであることを特徴とする請求項10記載の半導体集積回路。

【請求項12】 前記データバッファはデュアルポートを持ち、一方のポートは第1バスを介して前記S IMD演算部に接続され、他方のポートは第2バスを介して前記データ転送制御部に接続されて成るものであることを特徴とする請求項6記載の半導体集積回路。

【請求項13】 前記一方のポートは前記第1バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能であり、前記他方のポートは前記第2バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能であることを特徴とする請求項12記載の半導体集積回路。

【請求項14】 前記S IMD演算部は、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第1データレジスタと、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第2データレジスタと、前記第1及び第2データレジスタに夫々ラッチされた複数個のデータを入力して並列演算を行う演算器と、を含んで成るものであることを特徴とする請求項13記載の半導体集積回路。

【請求項15】 前記S IMD演算部に対する演算制御と前記データバッフ

アに対する前記第1バス経由のアクセス制御が可能な中央処理装置を有して成るものであることを特徴とする請求項14記載の半導体集積回路。

【請求項16】 画像データの圧縮処理に際して前記第1及び第2データレジスタには画像データがラッチされ、画像データの伸張処理に際して前記第1データレジスタには画像データがラッチされ、第2データレジスタには逆DCT演算データがラッチされるものであることを特徴とする請求項15記載の半導体集積回路。

【請求項17】 複数個のデータを並列演算可能なSIMD演算部と、前記SIMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部と、前記データバッファと前記SIMD演算部とを接続するデータ転送経路にSIMD演算部への複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うビット拡張部と、を有して成るものであることを特徴とする半導体集積回路。

【請求項18】 半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータを用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶された記録媒体であって、前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なSIMD演算部と、前記SIMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファから読み出された複数個のデータに対する前記SIMD演算部による演算動作に並行して前記データバッファに以降の演算に用いるデータを転送制御可能なデータ転送制御部と、を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含むことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項19】 半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータを用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶された記録媒体であって、前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なSIMD演算部と、前記SIMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うと共に前記データバッファへ転送すべき複数個のデータに対して夫々ビット拡張を行うことが可能なデータ転送制御部と、を前記半導体チップに形

成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含むことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項20】 半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータを用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶された記録媒体であって、前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なSIMD演算部と、SIMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部と、前記データバッファからSIMD演算部へ複数個のデータを並列転送するデータ転送経路に前記複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うビット拡張部と、を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含むことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項21】 複数個のデータを並列演算可能なSIMD演算部と、前記SIMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部と、画像データを格納可能なメモリとを含み、

前記データ転送制御部は、前記メモリから読み出したデータに対し、データの成形を行うことが可能なデータアライメント部を含むことを特徴とする半導体集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、 SIMD（シングル・インストラクション・マルチプル・データ）演算器を備えた半導体集積回路、特にそれにおける演算処理の効率化、並びに当該半導体集積回路の設計容易化技術に関し、例えば、MPEG（モービング・ピクチャー・エキスパート・グループ）準拠の画像データを圧縮・伸張可能なLSIに適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、MPEG2、MPEG4規格に代表されるような画像の圧縮伸張処理によるサービスが実用化されている。これらの規格では、動き検出処理を必要とし、この処理では、膨大な画素演算処理を必要とする。これらの演算をプロセッサで行う場合には、並列処理が有効である。そのようなプロセッサは、SIMD演算処理が可能なアーキテクチャを備える。例えば、命令セットにMMX命令などを有するプロセッサがある。MMX技術について記載された文献の例として、日経BP社の最新マイクロプロセッサテクノロジー（1996年5月10日発行）の第202～208頁が有る。これによれば、通常は64ビットとして動作する演算器を、MMX命令実行時には、機能的に8個の8ビットの演算器、4個の16ビットの演算器、或は2個の32ビットの演算器等のように動作させるようになっている。例えば画像データの処理単位が8ビットであるなら、64ビットの演算器は8並列の8ビット演算器として動作させることができ、64ビットの演算器を1個の64ビット演算器として動作させる場合に比べて、演算能力は大凡8倍になり、膨大な画像データに対して演算効率を向上させることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は画像データの圧縮伸張処理に際して行うSIMD演算処理について検討した。

【0004】

第1に、画像のデータは通常1画素につき8ビットとして取り扱われることが多く、最終結果の画素データとしては正の値しか持たない。そのため、一般的には、画像データは符号なしの8ビット単位のデータとしてメモリ等に格納されている。しかし、圧縮伸張の演算途中では、DCT（ディスクリート・コサイン・トランスフォ：離散コサイン変換）係数やIDCT（インバースDCT）結果などに代表される、負の値を取り得るデータを扱う必要があり、演算器では符号付き演算を実行しなければならない。8ビットの画像データの場合は符号1ビットが付加されることになる。そのため、前述のMMXのようなアーキテクチャでは、8ビット×8個のSIMD演算を実行した場合、実質、符号ビットを除いた7ビットデータしか取り扱うことができない。8ビットデータを扱う場合には、6

4ビットの演算器を16ビット単位で4分割し、16ビット単位の並列演算を行わなければならず、演算効率は半減し、演算器の16ビット単位の上位側7ビット分は演算リソースの無駄になることが明らかにされた。

【0005】

第2に、画像データの圧縮伸張の演算においては、画素単位で必要なデータを演算器に入力する必要がある。従来の SIMD 演算器でその要求に答えるには、メモリ上で直接必要な画像エリアのデータを切出して SIMD 演算器のレジスタに内部転送することは行なわれず、メモリ上におけるメモリアクセス単位の倍数である32ビット境界、或は64ビット境界単位で一度 SIMD 演算用のレジスタにデータ読み込み、その後、データ整形のために、データシフト命令などを組み合わせて必要なデータを得る必要があった。この処理は命令実行によるソフトウェア処理であるから、データ演算処理効率低下の一因になる。

【0006】

第3に、上記第2の問題点の解決のために、 SIMD 演算用のレジスタにデータをロードする前に、バッファ領域で所要の画像エリアの画像データを切出す処理を行うことについて検討したが、その場合に、画像メモリから画像データをバッファメモリにストアする処理が新たに加わり、データ整形のための演算処理時間の短縮とは別次元で解決すべき要因が増えてしまう。

【0007】

本発明の目的は SIMD 演算を効率的に行うことができる半導体集積回路を提供することにある。

【0008】

本発明の別の目的は、 SIMD 演算の対象データに対するビット拡張が必要であってもそれによって演算リソースに無駄を生じない半導体集積回路を提供することにある。

【0009】

本発明の更に別の目的は、必要なデータを SIMD 演算器のデータレジスタに揃えるというようなデータ整形のために、データシフト命令などを組み合わせて実行する必要がなく、効率的に SIMD 演算器を動作させることが可能な半導体

集積回路を提供することにある。

【0010】

本発明の更に別の目的は、画像メモリから画像データをバッファメモリにストアする処理を新たに加わえてデータ整形を行っても、それによって SIMD 演算処理の効率低下を生じないようにできる半導体集積回路を提供することにある。

【0011】

本発明のその他の目的は上記それぞれの目的に係る半導体集積回路の設計の容易化に寄与することができる当該半導体集積回路の回路モジュールデータを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

【0012】

本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0014】

〔1〕本発明の第1の観点による半導体集積回路は、複数個のデータを並列演算可能な SIMD 演算部（3）と、前記 SIMD 演算部に接続可能なデータバッファ（9）と、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部（5）とを有し、前記データ転送制御部は、前記データバッファから読み出された複数個のデータに対する前記 SIMD 演算部による演算動作に並行して前記データバッファに以降の演算に用いるデータを転送制御可能とされる。

【0015】

前記データバッファには前記データ転送制御部のデータ転送制御により画像メモリの所要エリアから切り出された画像データなどが転送される。画像メモリは DRAM 若しくはシンクロナス DRAMなどの大容量低速メモリによって構成される。データバッファは SRAMなどの高速メモリによって構成される。前記データバッファに転送された画像メモリは SIMD 演算部に供給され、その他の画

像データ或いは係数データと演算される。前記S I M D演算部による演算動作に並行して前記データバッファには以降の演算に用いるデータが転送されるから、S I M D演算部はデータバッファへの演算データの内部転送動作によって演算動作が中断されず、間段なく演算動作を行うことができ、S I M D演算を効率的に行うことができる。

【0016】

具体的な態様では、前記データバッファはデュアルポートを持ち、一方のポート（9 B）は第1バス（12D）を介して前記S I M D演算部に接続され、他方のポート（9 A）は第2バス（15D）を介して前記データ転送制御部に接続される。第1バスと第2バスが分離されることにより、前記S I M D演算部による演算動作に並行して前記データバッファに次の演算に用いるデータを転送することを保証することができる。

【0017】

前記一方のポートは前記第1バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能であり、前記他方のポートは前記第2バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能である。データ転送に必要なバスサイクル若しくはメモリサイクルの数を最小限に抑えることができ、S I M D演算効率を最大に引き上げることが可能になる。

【0018】

前記S I M D演算部は、前記第1バスに接続され複数個のデータを夫々並列ラッチ可能な第1及び第2データレジスタ（41，42）と、前記第1及び第2データレジスタに夫々ラッチされた複数個のデータを入力して並列演算を行う演算器（40）とによって構成してよい。例えばM P E G 2、M P E G 4などの画像データに対するデータ圧縮では、前記第1及び第2データレジスタには前記画像メモリからの画像データがラッチされて所定の演算処理が行われる。伸張処理では第1データレジスタには前記画像メモリからの画像データがラッチされ第2データレジスタにはI D C T結果データがラッチされて所定の演算処理が行われる。

【0019】

前記S I M D演算部に対する演算制御と前記データバッファに対する前第1バス経由のアクセス制御を行う中央処理装置(2)をオンチップしてよい。それら制御は中央処理装置のソフトウェアで規定すればよい。

【0020】

[2] 本発明の第2の観点による半導体集積回路は、符号付きのD C T係数又はI D C T結果等との演算対象にされる画像データに対する符号拡張のようなビット拡張に着目する。すなわち、半導体集積回路は、複数個のデータを並列演算可能なS I M D演算部(3)と、前記S I M D演算部に第1バス(12D)で接続されるデータバッファ(9)と、前記データバッファに第2バス(15D)で接続されるデータ転送制御部(5)とを有し、前記データ転送制御部は、前記第2バスを経由して前記データバッファへ転送すべき複数個のデータに対し夫々ビット拡張を行うビット拡張部(25)を含む。符号付きデータとの演算に際して符号無データの符号拡張を考慮すると、これをC P U等によるソフトウェアで行うことも可能であるが、その場合にはS I M D演算リソースに対してデータのワード境界若しくはバイト境界を考慮して符号拡張データのビット数を決定しなければならない。データバッファへのローカルな第2バスを経由するデータ転送制御部上のビット拡張部を用いて符号拡張を行う場合には、C P Uへの負担は殆ど無い。しかも、前記第1バスがS I M D演算部以外の演算手段又は記憶手段等に共有される構成を考慮すると、ビット拡張部の追加による伝送線負荷の増大があてもローカルな第2バスに関してだけであり、S I M D演算部への信号伝送に対する影響は皆無である。

【0021】

前記ビット拡張部は、例えばデータの最上位ビットに基づいて1ビットの符号拡張を行う。

【0022】

前記ビット拡張部に、複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行う構成を採用すれば、データ毎にビット拡張を行わずに済み、データ転送制御部内のデータ転送経路上を複数個のデータが伝達される途上でまとめてビット拡張が可能である。

【0023】

画像データから所要の画像領域の画像データを切出して SIMD 演算対象とする場合、メモリアクセスのワード境界などの関係で最初から必要な画像データだけを画像メモリからリードすることができないことがある。その場合には、メモリからのデータの読み出しとシフト処理を複数回行ってデータアライメントすることができる。そのような処理を SIMD 演算器のデータレジスタと演算器を用いて複数の演算サイクルを要して達成することも可能であるが、本来の SIMD 演算効率が低下する。これを考慮し、前記ビット拡張部の前段に複数個のデータに対するデータアライナ（61）を設ければ、CPU の処理負担を増すことなく簡単にデータアライメントを実現でき、しかもそのデータアライメント処理はデータバッファ前段で完了するから、データアライメント処理による画像メモリアクセス回数の増加は SIMD 演算処理効率に影響を与えない。

【0024】

MPEG2、MPEG4 規格に代表される画像データの伸張処理では符号無画像データを符号拡張して IDCT 結果データとの SIMD 演算等を行う。伸張された画像情報を画像メモリに書込む場合には演算結果に付随する符号は不要であり、そのような符号を削除する手段として、例えば、前記データ転送制御部に、前記データバッファから読み出されて前記第 2 バスを経由する複数個のデータに対して夫々所定ビットの切り捨てを行うビット縮小部を設けるとよい。

【0025】

前記ビット縮小部は例えばデータの最上位ビットを削減する符号ビット切り捨てを行なう。

【0026】

前記データバッファは、例えば、デュアルポートを持ち、一方のポート（9B）は第 1 バス（12D）を介して前記 SIMD 演算部に接続され、他方のポート（9A）は第 2 バス（15D）を介して前記データ転送制御部に接続されて成る。このとき、前記一方のポートは前記第 1 バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能とし、前記他方のポートは前記第 2 バスとの間で複数個のデータを並列入出力可能とすれば、データ転送に費やす処理サイクル数を最小限にすることが

できる。

【0027】

前記S I M D演算部は、例えば、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第1データレジスタと、前記第1バスに接続され複数個のデータを並列ラッチ可能な第2データレジスタと、前記第1及び第2データレジスタに夫々ラッチされた複数個のデータを入力して並列演算を行う演算器と、を含んで構成してよい。前記S I M D演算部に対する演算制御と前記データバッファに対する前記第1バス経由のアクセス制御が可能な中央処理装置を有してよい。画像データの圧縮処理に際して前記第1及び第2データレジスタには画像データがラッチされ、画像データの伸張処理に際して前記第1データレジスタには画像データがラッチされ、第2データレジスタにはI D C T結果データがラッチされる。

【0028】

[3] 本発明の第3の観点による半導体集積回路は、符号付きのD C T係数又はI D C T結果と演算対象とする画像データに対する符号拡張のようなビット拡張に着目する。ここでは、前記データバッファと前記S I M D演算部とを接続するデータ転送経路にS I M D演算部への複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うビット拡張部（25A）を配置する。この場合も、データ転送経路上で複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うから、その処理に関してC P Uへの負担は殆ど無い。但し、ビット拡張部が配置されるデータ転送経路がS I M D演算部以外の演算手段や記憶手段等に共有されるなら、ビット拡張部の追加によりデータ転送経路の信号配線負荷の増大に注意しなければならない。

【0029】

[4] データアライメントの観点を主とした半導体集積回路は、複数個のデータを並列演算可能なS I M D演算部と、前記S I M D演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部と、画像データを格納可能なメモリとを含み、前記データ転送制御部は、前記メモリから読み出したデータに対し、データの成形を行うことが可能なデータアライメント部を含む。

【0030】

〔5〕上記データ転送制御部などを採用した半導体集積回路の設計を容易化するという観点による、コンピュータ読み取り可能な記録媒体（71）は、半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータ（70）を用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶される。前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なS IMD演算部と、前記S IMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファから読み出された複数個のデータに対する前記S IMD演算部による演算動作に並行して前記データバッファに以降の演算に用いるデータを転送制御可能なデータ転送制御部と、を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含む。この記録媒体に格納された回路モジュールデータを用いることにより、上記〔1〕の説明に係る半導体集積回路の設計を容易化することができる。

【0031】

コンピュータ読み取り可能な別の記録媒体（71）は、半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータ（70）を用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶される。前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なS IMD演算部と、前記S IMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバッファとの間のデータ転送制御を行うと共に前記データバッファへ転送すべき複数個のデータに対して夫々ビット拡張を行うことが可能なデータ転送制御部と、を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含む。この記録媒体に格納された回路モジュールデータを用いることにより、上記〔2〕の説明に係る半導体集積回路の設計を容易化することができる。

【0032】

コンピュータ読み取り可能な更に別の記録媒体（71）は、半導体チップに形成されるべき半導体集積回路をコンピュータ（70）を用いて設計するための回路モジュールデータが前記コンピュータにより読み取り可能に記憶される。前記記録媒体に記憶された回路モジュールデータは、複数個のデータを並列演算可能なS IMD演算部と、S IMD演算部に接続可能なデータバッファと、前記データバ

ッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部と、前記データバッファから SIMD 演算部へ複数個のデータを並列転送するデータ転送経路に前記複数個のデータに対して並列的にビット拡張を行うビット拡張部と、を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ又は機能記述データを含む。この記録媒体に格納された回路モジュールデータを用いることにより、上記〔3〕の説明に係る半導体集積回路の設計を容易化することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

《データプロセッサの概要》図1には本発明に係る半導体集積回路の一例が示される。同図に示される半導体集積回路は画像データの圧縮伸張処理に特化したデータプロセッサとして構成される。このデータプロセッサ1は、単結晶シリコンのような1個の半導体基板（半導体チップ）に、CMOS集積回路製造技術などによって形成される。

【0034】

データプロセッサ1は、中央処理装置（CPU）2、SIMD演算部3、DCT処理回路4、データ転送制御部5、前記CPU2の動作プログラムの格納やCPU2のワーク領域として利用されるワークRAM6、SIMD演算部3とDCT処理回路4との間に配置されたデータRAM7、係数RAM8、前記SIMD演算部3とデータ転送制御部5との間に配置されたバッファメモリとしてのバッファRAM9、及びホストインターフェース回路10を有する。

【0035】

SIMD演算部3は画像データの圧縮伸張処理に際して、CPU2からの制御に基づいて並列演算を行う。要するに、SIMD演算部3は複数の演算器を有し、CPU2による一つのSIMD演算命令の解読結果に基づいて複数の演算器が夫々別々のデータをフェッチして並列演算動作する。11はCPU2とSIMD演算部3との間の演算制御信号を総称する。

【0036】

SIMD演算部3は、演算対象データや演算結果データを前記バッファRAM9、データRAM7との間で、第1データバス（データバス）12Dを介してや

りとりする。第1データバス12Dは、特に制限されないが144ビットとされる。第1データバス12Dを経由するデータアクセス制御は、CPU2によりCPUアドレスバス及び制御バス13Aを介して行なわれる。13DはCPUデータバスを意味する。

【0037】

前記データ転送制御部5はバッファRAM9と外部の画像メモリ（外部メモリとも記す）17との間のデータ転送制御を行う。転送制御条件の設定は前記CPU2が行う。データ転送制御部5とバッファRAM9とは第2データバス15D及び第2アドレスバス15Aで接続される。制御バスは図示を省略してある。データ転送制御部5と画像メモリ17とは第3データバス16D及び第3アドレスバス16Aで接続される。制御バスは図示を省略してある。

【0038】

画像フレーム間の予測符号化などによる画像データの圧縮処理ではバッファRAM9に格納された符号付き画像データがSIMD演算部3に供給され、画像フレーム間の差分演算などが行われ、その演算結果がデータRAM7に保持される。保持された演算結果に基づいてDCT処理回路4でDCT係数が取得され、取得されたDCT係数は係数RAM8を介して画像フレームの画素との対応が採られて、ホストインターフェース10からホスト装置19に与えられる。

【0039】

画像データの伸張処理では、基準となるフレームの符号付き画像データが画像メモリ17からバッファRAM9に一時記憶される。これに同期して、ホスト装置19から対応する係数データが順次係数RAM8を経由してDCT処理回路4に供給され、ここでIDCT演算されてデータRAM7に一次保持される。SIMD演算部3はデータRAM7からIDCT結果とバッファRAM9から符号付き画像データを入力し、復号の演算処理を行う。これによって伸張された画像データはバッファRAM9に転送される。

【0040】

前記データ転送制御部5はバッファRAM9と画像メモリ17との間のデータ転送制御を行うとともに、画像メモリ17からバッファRAM9に転送する画像

データに対する符号拡張処理を行い、また、バッファRAM9から画像メモリ17に転送するところの伸張されてバッファRAM9に格納された符号付き画像データに対する符号縮小処理を行う。

【0041】

《データ転送制御部》図2には前記データ転送制御部5の詳細な一例が示される。データ転送制御部5は、制御レジスタ部21、アドレス制御回路22、データ入出力回路23、データ入出力回路24、符号拡張を行うビット拡張回路25、及び符号ビット切り捨てを行う符号縮小回路としてのビット切り捨て回路26を有する。

【0042】

制御レジスタ部21はCPU2によってデータ転送制御条件、符号拡張処理条件などが設定される。アドレス制御回路22はデータ転送制御条件に従って、画像メモリ17に対してアドレス制御に代表されるアクセス制御を行い、バッファRAM9に対してアドレス制御に代表されるアクセス制御を行う。

【0043】

ここで、前記バッファRAM9は特に制限されないが、デュアルポートを持つデュアルポートRAMによって構成される。第2ポート9Aはデータ転送制御部5に接続され、アドレス制御回路22からのアクセス制御を入力する。第1ポートはCPUアドレスバス13A及びデータバス12Dに接続され、CPU2によるアクセス制御を受ける。特に制限されないが、バッファRAM9は、多数のメモリセルがマトリクス配置されたメモリアレイを有し、メモリセルの選択端子に接続されるワード線及びメモリセルのデータ入出力端子に接続されるビット線は、各ポート9A, 9Bに固有に設けられ、各ポートからメモリセルを完全並列でアクセスすることができる。

【0044】

前記データ入出力回路24は、図3に例示されるように、8ビット毎に分割された8個の入出力制御回路ユニット30に接続される。128ビットのデータバス16Dは、128本の信号線16D[127:0]を有し、下位側より順次8本ずつの信号線16D[7:0]～16D[127:120]が8本を一単位として対

応する入出力制御回路ユニット30に接続される。例えば最下位側の入出力制御回路ユニット30は、入力動作では8本の信号線16D[7:0]を8ビットの内部信号線Dai[7:0]に、出力動作では8本の信号線16D[7:0]を8ビットの内部信号線Dao[7:0]に接続する制御を行う。他の入出力制御回路ユニット30も同様に対応する信号線に接続され入出力動作を制御する。尚、入出力制御回路ユニット30は、信号入力側にビット対応でエッジトリガ型のフリップフロップを有し、そのラッチ動作によって入力データを波形整形する機能を有する。

【0045】

前記データ入出力回路23は、同じく図3に例示されるように、9ビット毎に分割された8個の入出力制御回路ユニット31に接続される。144ビットのデータバス15Dは、144本の信号線15D[1144:0]を有し、下位側より順次9本ずつの信号線15D[8:0]～15D[144:135]が9本を一単位として対応する入出力制御回路ユニット31に接続される。例えば最下位側の入出力制御回路ユニット31は、入力動作では9本の信号線15D[8:0]を9ビットの内部信号線Dbi[8:0]に、出力動作では9本の信号線15D[8:0]を9ビットの内部信号線Dbo[8:0]に接続する制御を行う。他の入出力制御回路ユニット30も同様に対応する信号線に接続され入出力動作を制御する。尚、入出力制御回路ユニット31は、信号入力側にビット対応でエッジトリガ型のフリップフロップを有し、そのラッチ動作によって入力データを波形整形する機能を有する。

【0046】

ビット拡張回路25は、図4に例示されるように、例えば8ビットの内部信号線Dai[7:0]が入力され、その最上位ビットDai[7]が選択回路33に入力される。制御線34により、最上位ビットDai[7]が選択されている場合には、入力Dai[7]が“0”的場合は“0”を、入力Dai[7]が“1”的場合は“1”を選択して、Dbo[8]として出力する。Dai[7:0]はDbo[7:0]に一致されている。これにより、Dai[7:0]の最上位ビットDai[7]の符号拡張がなされて、Dbo[8:0]が得られる。制御線34により“0”

挿入モードが選択されると、最上位ビット D_bo[8]は“0”に固定される。尚、他のビット拡張回路 25 も同様に対応する信号線に接続されて 1 ビットの符号拡張動作が可能にされる。

【0047】

ビット切り捨て回路 26 は、図 5 に例示されるように、例えば 9 ビットの内部信号線 D_bi[8:0] の最上位ビット D_bi[8] を削って、8 ビットで、内部信号線 D_ao[7:0] に接続する。要するに、内部信号線 D_ao[7:0] が内部信号線 D_bi[7:0] に接続される。尚、他のビット切り捨て回路 26 も同様に対応する信号線に接続されて 1 ビットの符号切り捨て動作が可能にされる。

【0048】

次に、データ転送制御部 5 により、画像メモリ 17 からバッファ RAM 9 に画像データを転送する動作について説明する。

【0049】

まず CPU 2 がアドレスバス 13A 及びデータバス 13D を介して制御レジスタ部 21 に転送制御条件などを設定し、その後、転送イネーブルビットに“1”をセットする。これにより、データ転送制御部 5 にデータ転送制御動作が起動される。データ転送制御部 5 は、アドレス制御回路 22 を用いて画像メモリ 17 にリードアドレス等を出力する。例えば図 6 のタイミングチャートにおいてアドレス A1 を出力する。これによって画像メモリ 17 のデータバス 16D に 128 ビットのリードデータ（図 6 のデータ D1）が出力され、出力データはデータ入出力回路 24 に読み込まれる。このデータ入出力回路 24 において、前述のようにリードデータはビット毎にエッジトリガ型のフリップフロップに取り込まれる。そして、読み込まれた 128 ビットのリードデータは 8 ビット毎のデータ信号線 D_ai[7:0]～D_ai[127:120] に分割され、それぞれ 8 個のビット拡張回路 25 に入力される。ビット拡張回路 25 では、夫々の最上位ビットを判別して 9 ビットにビット拡張を行い、拡張結果を、9 ビット毎にデータ信号線 D_bo[8:0]～D_bo[143:135] に出力する。それら信号線 D_bo[8:0]～D_bo[143:135] に伝達される 144 ビットのデータはデータ入出力回路 23 を介して、データバス 15D に出力される。図 6 において E1 がその出力

データである。これに同期して、アドレス制御回路22はバッファRAM9に転送先のアドレスを出力する（図6のB1）。これによって、144ビットの符号付き画像データは第2ポート9Aを介してバッファRAM9に格納される。

【0050】

上記データ転送動作が連続する様子は図6のタイミングチャートに例示される。アドレスバス16Aから画像メモリ17に順次アドレス信号A1、A2、A3が与えられると、それに応答して、画像メモリ17から、夫々128ビットのデータD1、D2、D3がデータバス16Dに出力される。このデータは、8ビット単位で符号拡張部25にて符号拡張され、夫々1クロック遅れて144ビットデータE1、E2、E3としてバス15Dに順次出力され、アドレスバス15Aのアドレス信号B1、B2、B3に従ってバッファRAM9に順次格納される。

【0051】

例えば画像メモリ17に格納されたデータの状態が図7に例示される。ここでは、128ビット幅のメモリにデータが8ビット単位で格納されている。これを、上記符号拡張機能付きのデータ転送制御部5を用いてバッファRAM9に転送したときのデータの状態は、図8に例示される。図8より明らかのように、画像データの8ビット毎に最上位1ビットが符号拡張されて、9ビット毎の符号付き画像データとされ、全部で144ビットのデータとしてバッファRAM9に格納される。

【0052】

これにより、SIMD演算部3はバッファRAM9から符号付きの画像データを得ることができ、このデータを用いて、前記伸張処理に必要な符号付き演算を効率的に行うことができる。

【0053】

『SIMD演算とDMA転送の並列化』図9にSIMD演算部3の一例が示される。SIMD演算部3は144ビットのSIMD演算器40、SIMD演算器40の入力データを保持する144ビットの演算入力レジスタ41、42、SIMD演算器40の演算結果を保持する演算結果レジスタ43、及びSIMDバッファ44を有する。SIMD演算器40は例えば144ビットの算術論理演算器

によって構成される。前記 SIMD バッファ 44 は、演算入力レジスタ 42 にデータを供給する。前記 SIMD バッファ 44 は、1 クロック毎に 9 ビットのデータをレジスタ 42 に供給する機能を持っている。レジスタ 42 では、9 ビットのビットシフトを行い、そして空いた 9 ビットの領域に SIMD バッファ 44 からデータを挿入する。従って、SIMD バッファ 44 の 144 ビットの全データを順次供給する間、つまり 16 クロックの間は、SIMD 演算器 40 は、レジスタ 41 と、毎クロックデータが更新されるレジスタ 42 との間で演算を行うことができる。そして、演算結果をレジスタ 43 の値に累積加算していく。したがって、この一連の演算において SIMD 演算器 40 はクロックサイクル毎にバッファ RAM 9 をアクセスするようなことを要しない。この一連の演算制御は CPU 2 からの制御信号で制御される。

【0054】

図 10 には、データ転送制御部 5 による DMA 転送制御と SIMD 演算部 3 における SIMD 演算の動作タイミングが例示される。例えば最初の n クロックサイクル間に、外部メモリ（画像メモリ）17 からバッファ RAM 9 にビット拡張を行いながらデータ転送が行なわれる（図 10 の DMA 転送 1 の期間）。次の n クロックサイクル期間では、CPU 2 がバッファ RAM 9 を第 1 ポート 9B からアクセスして、レジスタ 41、レジスタ 42、SIMD バッファ 44 に必要なデータを転送し、その後、16 クロックの間で SIMD 演算器 40 は、レジスタ 41 と、毎クロックデータが更新されるレジスタ 42 との間で演算を行い、結果をレジスタ 43 と累積加算して格納する処理を行う（図 10 の SIMD 演算 1 の期間）。一方、この SIMD 演算 1 の期間に並行して、データ転送制御部 5 は、以降の SIMD 演算で使用するデータを外部メモリ 17 からバッファ RAM 9 に転送する動作を行う（図 10 の DMA 転送 2 の期間）。

【0055】

バッファ RAM 9 から読み出されたデータに対する SIMD 演算部 3 による SIMD 演算に並行して前記バッファ RAM 9 に以降の演算に用いられるデータを転送制御することができる。このように、SIMD 演算中に DMA 転送を行うことができ、実質 DMA 転送の時間見えなくすることができる。その結果、デー

タプロセッサ1による SIMD演算のパフォーマンスを上げることができる。 SIMD演算器40は、符号拡張された必要なデータがいつも準備されている状態になり、演算効率が向上する。

【0056】

《擬似デュアルポート》図11にはバッファメモリに擬似デュアルポートメモリを用いた例が示される。バッファメモリ9Aは2個のバッファRAM(A)50、バッファRAM(B)51を有し、どちらのバッファRAM(A)50、(B)51をアドレスバス13A, 15Aのどちらに接続するかを選択回路52で選択し、どちらのバッファRAM(A)50、(B)51をデータバス12D, 15Dのどちらに接続するかを選択回路53で選択するようになっている。要するに、バッファRAM(A)50、(B)51の一方をSIMD演算部3側に接続したとき、他方はデータ転送制御部5側に接続することができ、双方のバッファRAM(A)50、(B)51に対して並列アクセスが可能になっている。前記選択回路52, 53による選択制御は、例えばCPU2が全て制御し、或はアクセス主体であるCPUとデータ転送制御部5との間でアクセス権を獲得した方が制御するようにしてもよい。

【0057】

図12にはSIMD演算とDMA転送の動作タイミングが例示される。図11の構成において、SIMD演算器40の動作は図9及び図10で説明したのと同じであるが、バッファRAM50, 51の選択制御が異なる。まず、選択回路52, 53で、バッファRAM50をバス15A, 15Dに接続し、バッファRAM(B)51をバス13A, 12Dに接続する。この状態で、最初のnサイクル期間に、データ転送制御部5が外部メモリ17からバッファRAM(A)50に画像データを転送する(図12のDMA転送1(A)の期間)。次のnサイクル期間では、選択回路52, 53による選択状態を逆転させ、データ転送制御部5に外部メモリ17からバッファRAM(B)51に画像データを転送させる(図12のDMA転送2(B)の期間)。このDMA転送に並行して、SIMD演算器40では、先ほどバッファRAM(A)50に転送されたデータを用いて演算を行う(図1のSIMD演算1(A))。nクロック後、再び選択回路52, 53

3による選択状態を逆転させる。そして今度は、S I M D演算器4 0ではバッファRAM (B) 5 1に格納されているデータを用いて演算を行い(図12のS I M D演算2(B))、同時に反対側のバッファRAM (A) 5 0には次のS I M D演算で使用するデータの転送を開始する(図12のDMA転送3(A)の期間)。

【0058】

このような動作を行うことにより、バッファメモリ9 Aは完全なデュアルポート構成を備えているものと同じ機能を実現できる。バッファRAM5 0, 5 1はシングルポートRAMでよく、夫々のメモリセルはワード線及びビット線をポート毎に個別に備える必要が無いから、バッファメモリ9 Aによるチップ占有面積を削減できる。その他の演算効率向上の効果は先に説明した構成と変わらない。但し、選択回路5 2, 5 3に対する選択制御動作が増えることに注意しなければならない。

【0059】

《符号拡張・切り捨て回路の別配置》図13には前記符号拡張回路2 5と符号切り捨て回路2 6の機能を備えた符号拡張・切り捨て回路2 5 Aをデータ転送制御部の外に配置した例が示される。符号拡張・切り捨て回路2 5 AをバッファRAM9とデータバス1 2 Dとの間に配置する。符号拡張・切り捨て回路2 5 Aの実質的な構成は図4及び図5と同じである。符号拡張・切り捨て回路2 5 Aによる符号拡張動作は画像データをバッファRAM9からS I M D演算部3に転送する途上で行なわれ、ビット切り捨て動作はS I M D演算器3による演算結果をバッファRAM9に書込む途上で行なわれる。この場合には当然、データ転送制御回路5 Aは符号拡張機能、ビット切り捨て機能を備える必要はない。即ち、データ転送制御回路5 Aは単なるダイレクトメモリアクセスコントローラ(DMAC)であつてよい。

【0060】

図13の構成においては、符号拡張・切り捨て回路2 5 Aによってデータバス1 2 Dの信号線負荷(寄生容量、配線抵抗)が増し、これが信号遅延成分を増し、データバス1 2 Dにおけるデータ転送速度に悪影響を与える場合の有ることに

注意しなければならない。

【0061】

図13の構成にも図11で説明した2面バッファのバッファRAMを採用してよい。この場合、図14に例示されるように、符号拡張・切り捨て回路25Aは選択回路53とデータバス12Dの間に配置される。

【0062】

図13、図14の構成においても上記同様に、SIMD演算効率を向上させることができる。

【0063】

《データアライナ》図15にはデータ転送制御部5にデータアライナ機能を追加した例が示される。データ入出力回路24とビット拡張回路25との間にデータアライナ61が設けられ、データ入出力回路23とビット切り捨て回路26との間にデータアライナ60が設けられている。その他の構成は図2で説明したものと同じであり、同一機能を有する回路ブロックのは同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0064】

図15の構成では、例えば、画像メモリ17からバッファRAM9にデータが転送される場合は、データアライナ61により、データがアライメントされる。そして、アライメントされたデータが、ビット拡張回路25で符号拡張される。特に制限されないが、データアライナ61は8ビット単位のシフト機能を有し、128ビット単位のデータ入力を複数回行うことにより、128ビット単位のデータ境界をまたがる画像データを揃えて符号拡張回路25に送ることができる。また、バッファRAM9から画像データが転送される場合は、データアライナ60により、データがアライメントされる。そして、アライメントされたデータは、符号切り捨て回路26で符号が切り捨てられる。特に制限されないが、データアライナ60は9ビット単位のシフト機能を有し、144ビット単位のデータ入力を複数回行うことにより、144ビット単位のデータ境界にまたがるデータを画像メモリ17に送ることができる。このシフト制御も、特に制限されないが、制御レジスタ部21に設定された制御データに基づいて行なわれる。

【0065】

データアライメント動作の一例を説明する。例えば画像メモリ17に、図16の様にデータが格納されているとする。このとき、SIMD演算部3で必要なデータは、A1番地の0ビット目から120ビット目とA2番地の120ビット目から127ビット目のデータであるとする。その場合、先ずA1番地の128ビットをデータ入出力回路24に読み込み、読み込んだデータをデータアライナ61の初段ラッチにラッチして上位側（左側）へ8ビットシフトし、シフト結果を次段ラッチにて保持する。続いて、A2番地の128ビットを読み込み、読み込んだデータをデータアライナ61の初段ラッチにラッチして下位側（右側）へ120ビットシフトし、シフトしたデータを次段ラッチに供給する。その結果、図17に示すような、データアライメントされた128ビットのデータが得られる。これが符号拡張回路25を通ることにより、図18に例示されるように、符号拡張された144ビットの画像データがバッファRAM9に格納される。

【0066】

データ転送制御部5がデータアライメント機能を有することにより、SIMD演算部3は、これまで必要としてきた、シフト操作などによるデータアライメント操作を必要とせず、演算効率が向上する。

【0067】

《IPモジュールデータ》次に、上述の半導体集積回路化されたデータプロセッサ1の設計を容易化するという観点より、上述したデータ転送制御部5等の設計データ若しくはデータプロセッサ1それ自体の設計データを、所謂IPモジュールとして提供することについて説明する。

【0068】

IPモジュールとして提供する回路モジュールデータは、データプロセッサ1を前記半導体チップに形成する為の図形パターンデータ若しくはHDL（ハードウェア・ディスクリプション・ランゲージ）やRTL（レジスタ・トランスファー・ロジック）などによる機能記述データを含む。図形パターンデータは、マスクパターンデータ或いは電子線描画データなどである。機能記述データは、所謂プログラムデータであり、所定の設計ツールに読み込むことによってシンボル表示

で回路等を特定する事ができる。

【0069】

また、IPモジュールの規模は図1に例示されるデータプロセッサのようなLSIレベルで無くても、データ転送制御部のような回路モジュールレベルであってもよい。

【0070】

それらIPモジュールのデータは、図19に例示されるように、半導体チップに形成されるべき集積回路を設計ツールのようなコンピュータ70を用いて設計するためのデータであって、前記コンピュータ70により読み取り可能にフレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、DVD-R OM (Digital Video Disk - ROM)、磁気テープなどの記録媒体71に記憶され、また、データの送受信が可能である伝送媒体によって転送されることによって提供される。伝送媒体は例えばモデム (MODEM) に接続されたネットワークである。記録媒体はハードディスク (HDD) であってもよい。例えば図1のデータプロセッサ1に対応されるハードIPモジュールのデータは、前記データプロセッサ1を構成する為のマスクパターンデータD1、そのデータプロセッサ1の機能記述データD2、及び当該データプロセッサ1のIPモジュールのデータを適用してLSIを設計したとき、その他のモジュールとの関係を考慮したシミュレーションを可能にしたりする為の検証用データD3を有する。

【0071】

上記記録媒体71に格納されて提供されるデータプロセッサ1の回路モジュールデータを用いて半導体集積回路の設計を行えば、その設計を容易化することができる。

【0072】

以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。

【0073】

例えば、半導体集積回路にオンチップされる回路モジュールは図1の構成に限

定されない。例えばDCT処理回路の機能はCPUのソフトウェアで実現してもよい。また、画像メモリは外部メモリに限定されず、オンチップのシンクロナスDRAMを用いてもよい。また、データ転送制御部のデータ転送制御方式はDMAと同様に転送元アドレスや転送先アドレスをCPUによって初期設定する構成に限定されず、転送条件を予めメモリに格納しておき、転送要求に応答して必要な領域の転送条件を取り込んで動作を行う構成であってもよい。

【0074】

また、本発明においては、ビット拡張は符号拡張以外の拡張であることを妨げるものではない。

【0075】

また、IPモジュールデータはソフトウェアIPモジュールデータであってもよい。即ち、図19のマスクパターンデータD1を除いて、機能記述データD2及び検証用データD3によって構成されるところの設計データである。

【0076】

本発明はMPEG規格の画像データの圧縮伸張に適用する場合に限定されず、音声データなど、その他の情報の圧縮伸張、変調復調、符号化復号処理などにも広く適用することができる。

【0077】

【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0078】

SIMD演算部による演算動作に並行してデータバッファには以降の演算に用いるデータが転送されるから、SIMD演算部はデータバッファへの演算データの内部転送動作によって演算動作が中断されず、間段なく演算動作を行うことができ、SIMD演算を効率的に行うことができる。

【0079】

データ転送制御部にビット拡張の機能を設けることにより、データ転送制御の際に必要な符号拡張を行うことができ、SIMD演算を効率良く行うことができ

る。

【0080】

データ転送制御部にデータアライメント機能を設けることにより、 SIMD演算に必要な、任意の画素単位のデータを、データ転送時に用意することができ、 SIMD演算の演算実行効率を上げることができる。

【0081】

必要なデータを SIMD演算器のデータレジスタに揃えるというようなデータ整形のために、データシフト命令などを組み合わせて実行する必要がなく、効率的に SIMD演算器を動作させることができるとある。

【0082】

上記本発明に係る半導体集積回路の回路モジュールデータを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにより、その回路モジュールデータを用いれば、当該半導体集積回路の設計を容易化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る半導体集積回路の一例を示すブロック図である。

【図2】

データ転送制御部の詳細な一例を示すブロック図である。

【図3】

データ転送制御部に含まれるデータ入出力回路の詳細な一例を示すブロック図である。

【図4】

データ転送制御部に含まれるビット拡張回路の詳細な一例を示すブロック図である。

【図5】

データ転送制御部に含まれるビット切り捨て回路の詳細な一例を示すブロック図である。

【図6】

データ転送制御部により画像メモリからバッファRAMに画像データを転送す

る動作を例示するタイミングチャートである。

【図7】

画像メモリに格納された画像データの状態を例示する説明図である。

【図8】

符号拡張機能付きのデータ転送制御部を用いて画像データをバッファRAMに転送したときのデータの状態を例示する説明図である。

【図9】

SIMD演算部の一例を示すブロック図である。

【図10】

データ転送制御部によるDMA転送制御とSIMD演算部におけるSIMD演算の動作タイミングを例示するタイミングチャートである。

【図11】

バッファメモリに擬似デュアルポートメモリを用いた例を示すブロック図である。

【図12】

図11の構成によるDMA転送制御とSIMD演算の動作タイミングを例示するタイミングチャートである。

【図13】

符号拡張・切り捨て回路をデータ転送制御部の外に配置した例を示すブロック図である。

【図14】

符号拡張・切り捨て回路をデータ転送制御部の外に配置し且つ2面バッファのバッファRAMを採用した例を示すブロック図である。

【図15】

データ転送制御部にデータアライナ機能を追加した例を示すブロック図である

【図16】

データアライメント動作対象とされるデータが画像メモリ17上における配置状態を示す説明図である。

【図17】

データアライメントされた画像データの配列状態を示す説明図である。

【図18】

データアライメントされて符号拡張された画像データの配置を例示する説明図である。

【図19】

I P モジュールデータの一例を集積回路の設計ツールのようなコンピュータと共に示した説明図である。

【符号の説明】

- 1 データプロセッサ
- 2 C P U
- 3 S I M D演算部
- 4 D C T処理回路
- 5 データ転送制御部
- 9 バッファ R A M
- 9 A 第2ポート
- 9 B 第1ポート
- 1 7 画像メモリ(外部メモリ)
- 1 2 D 第1バス
- 1 5 D 第2バス
- 2 5 ビット拡張回路(符号拡張回路)
- 2 6 ビット切り捨て回路(符号ビット切り捨て回路)
- 2 5 A 符号拡張・切り捨て回路
- 4 0 S I M D演算器
- 4 1 演算入力レジスタ
- 4 2 演算入力レジスタ
- 4 3 演算結果レジスタ
- 4 4 S I M Dバッファ
- 6 0, 6 1 データアライナ

特2001-163575

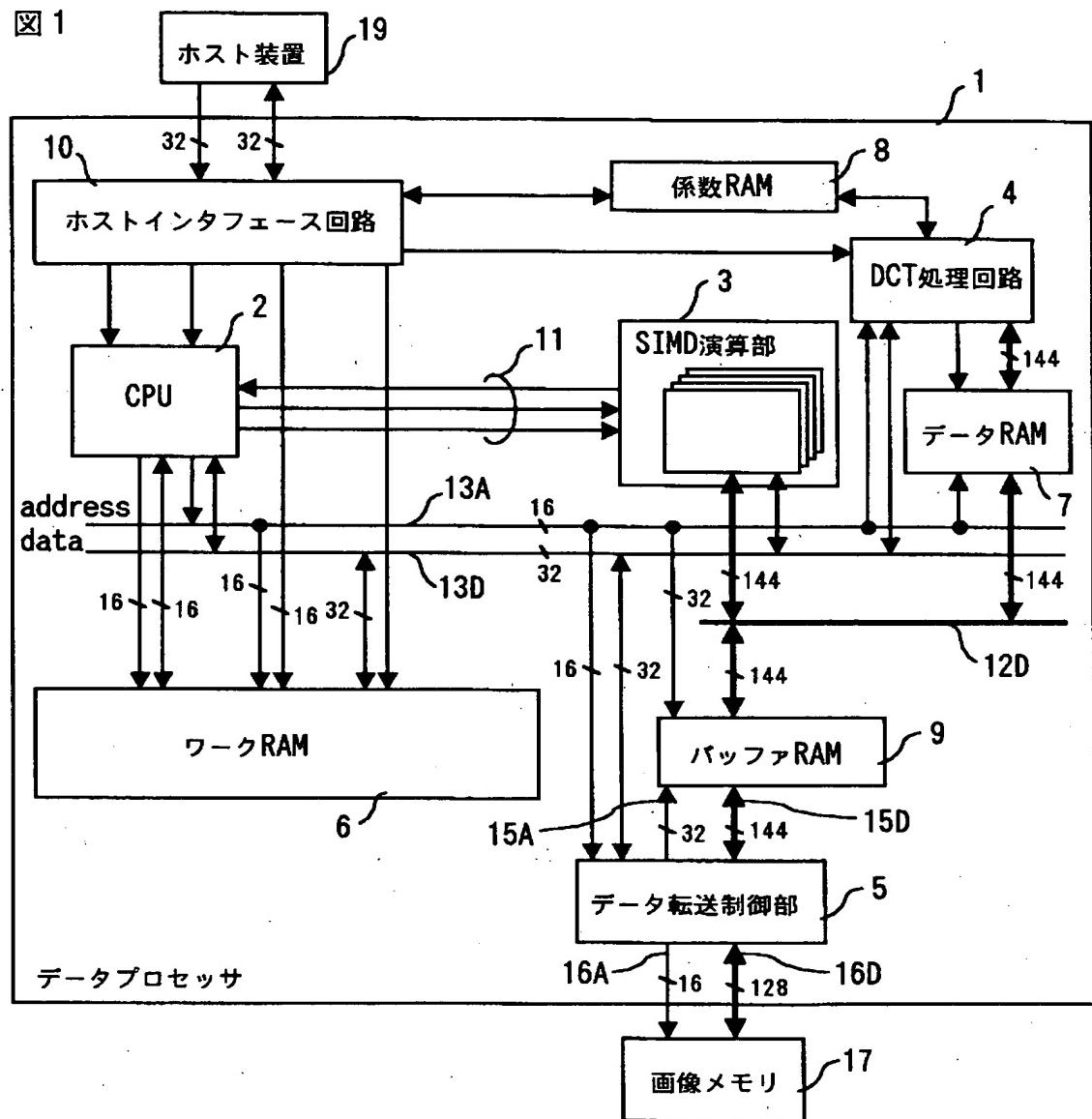
70 コンピュータ装置

71 記録媒体

【書類名】 図面

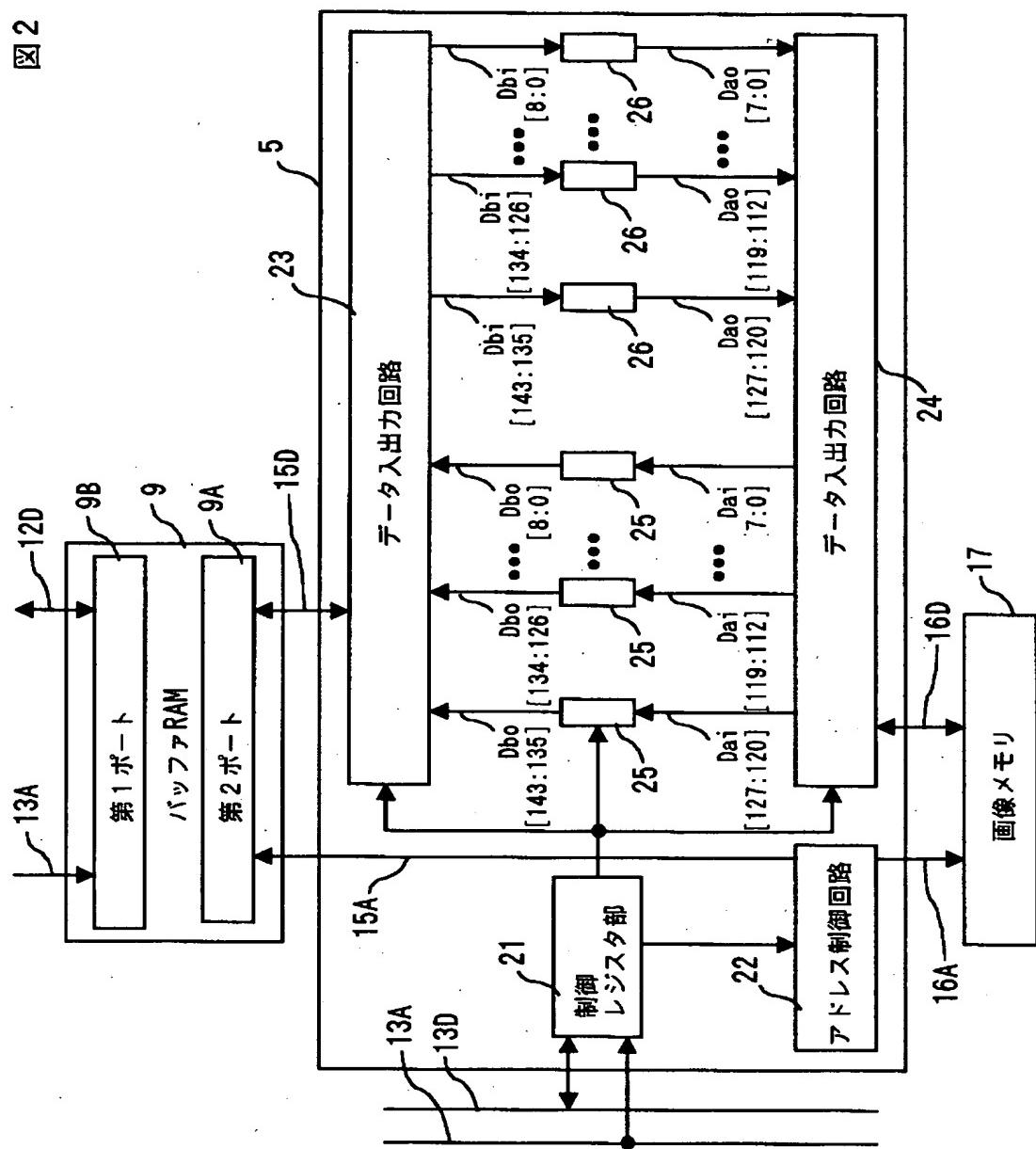
【図1】

図1



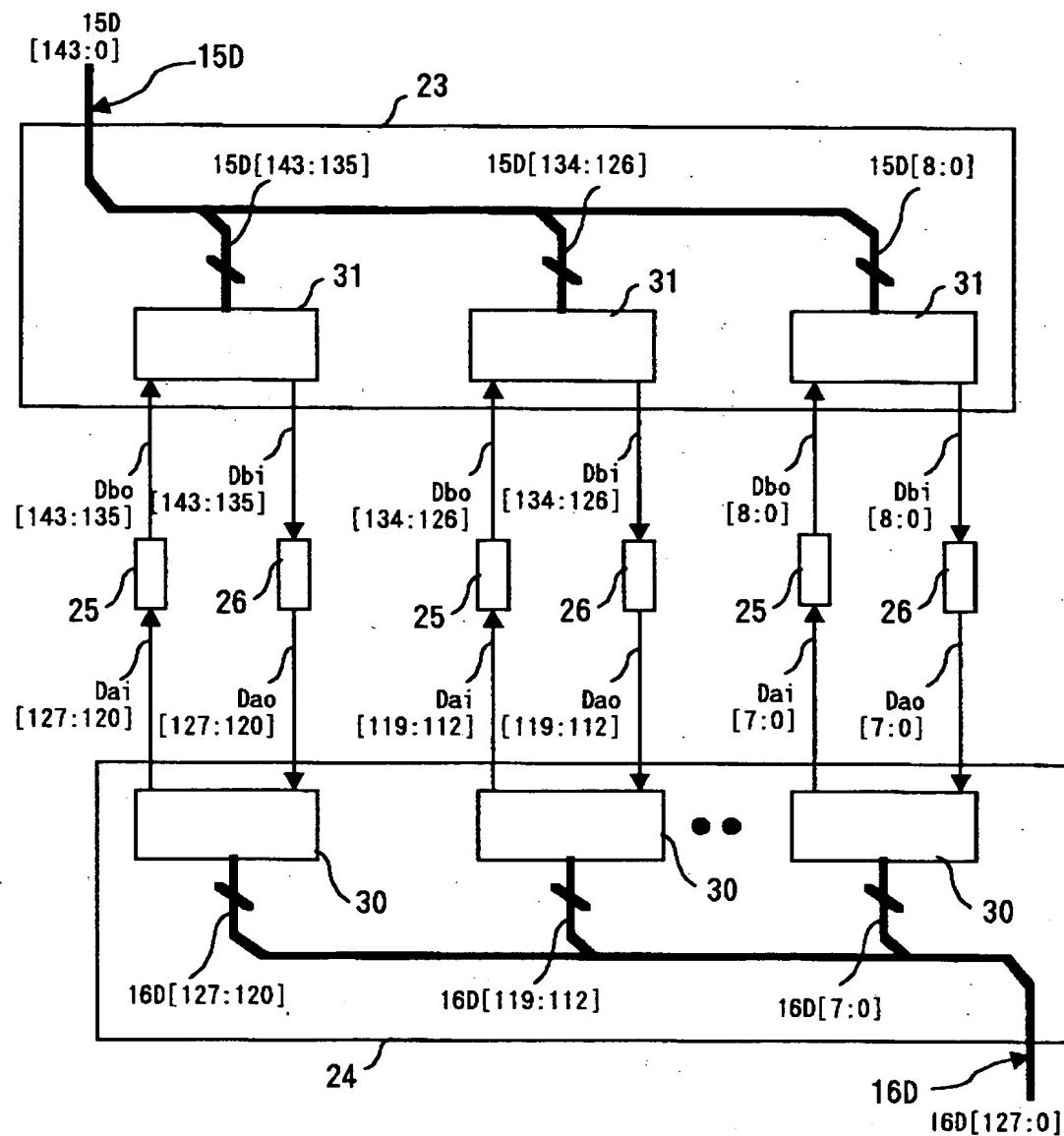
【図2】

図2



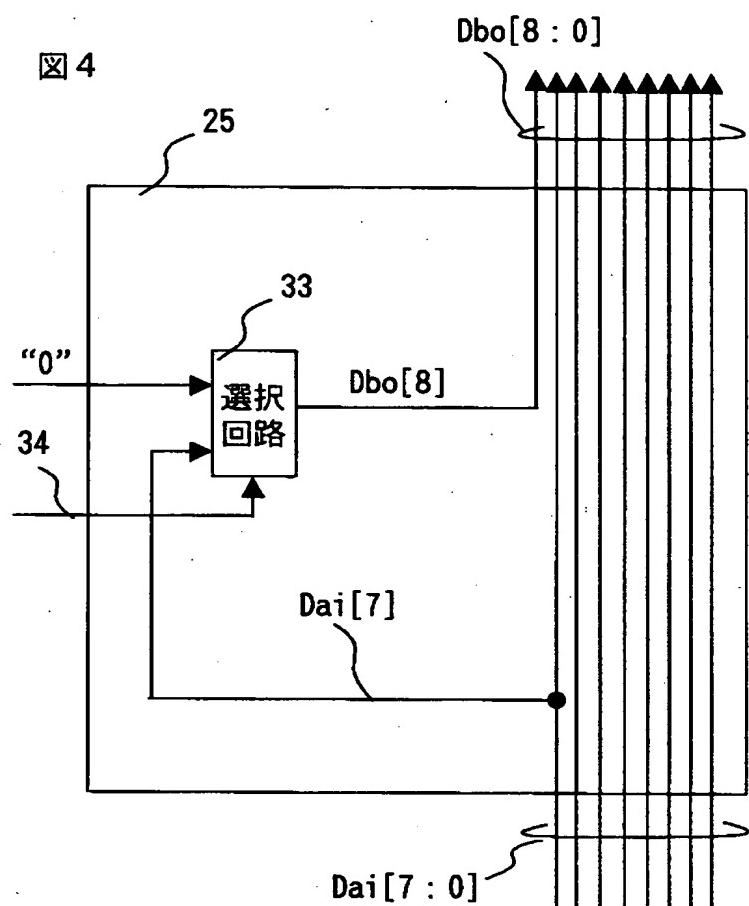
【図3】

図3

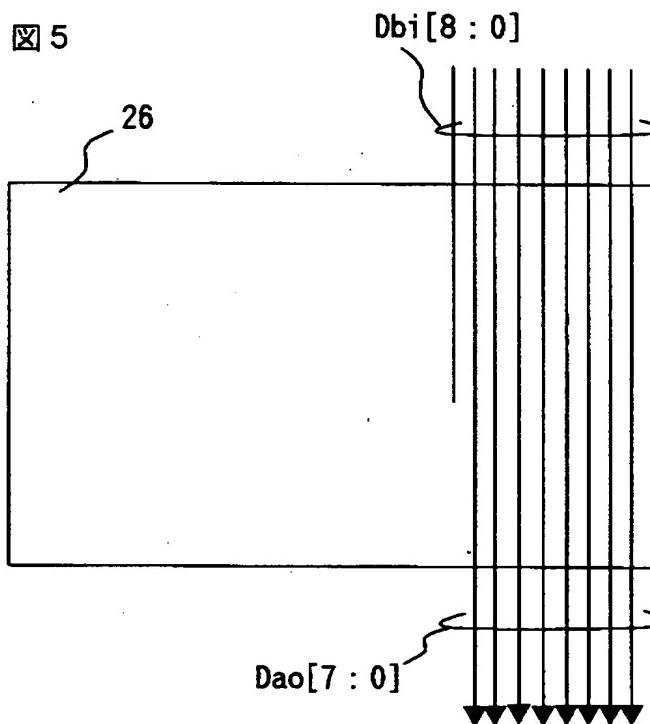


【図4】

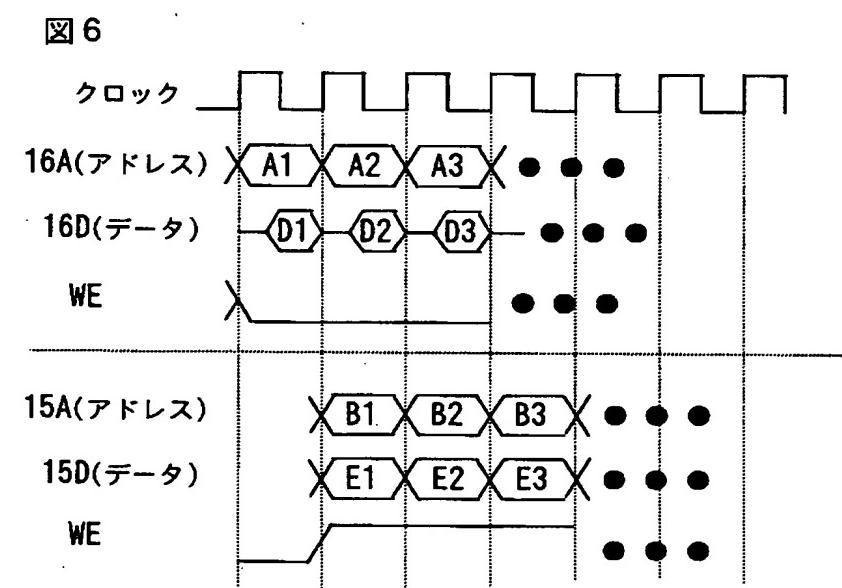
図4



【図5】

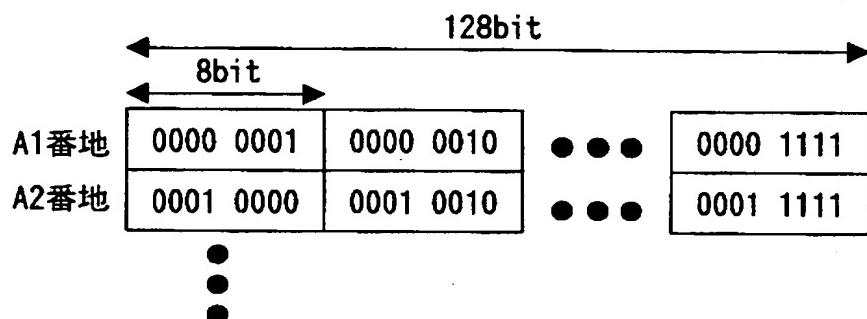


【図6】



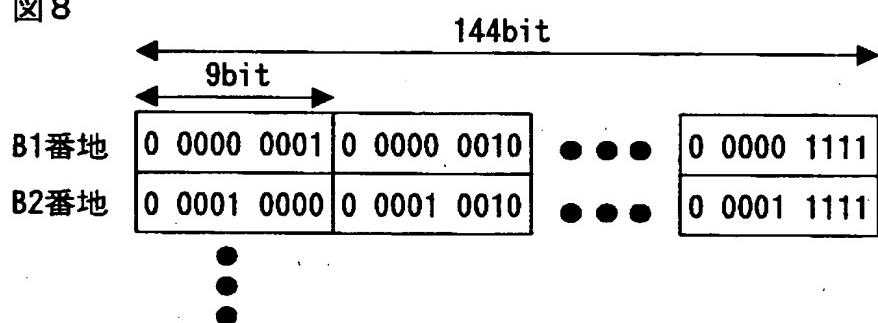
【図7】

図7

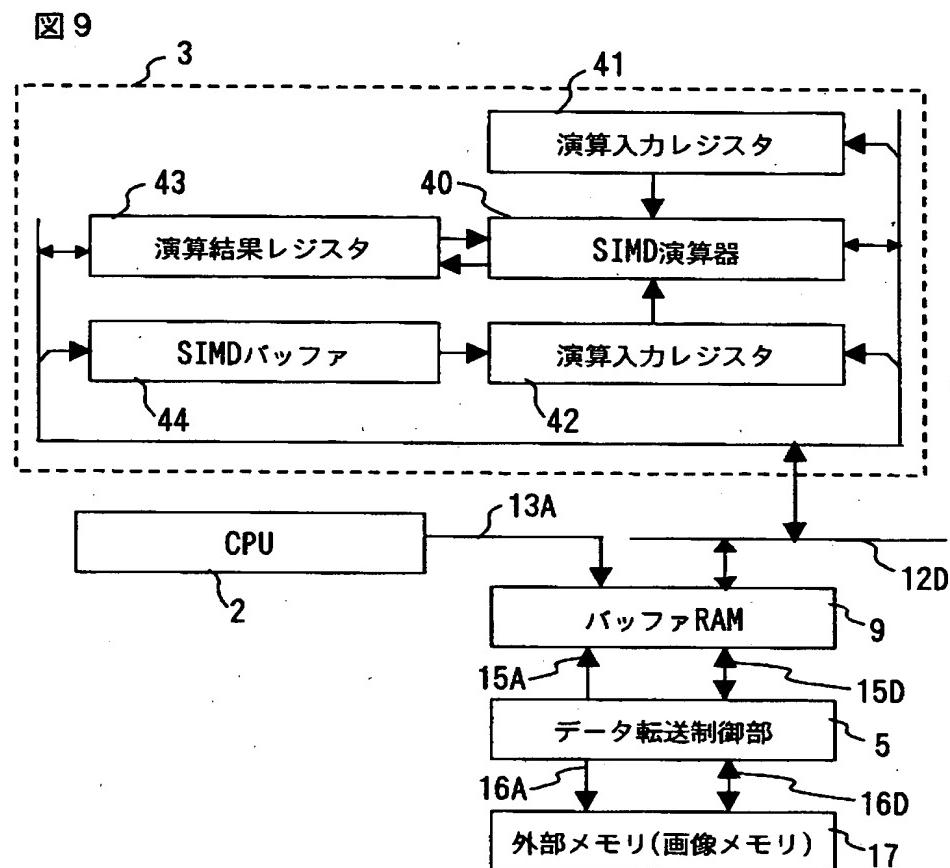


【図8】

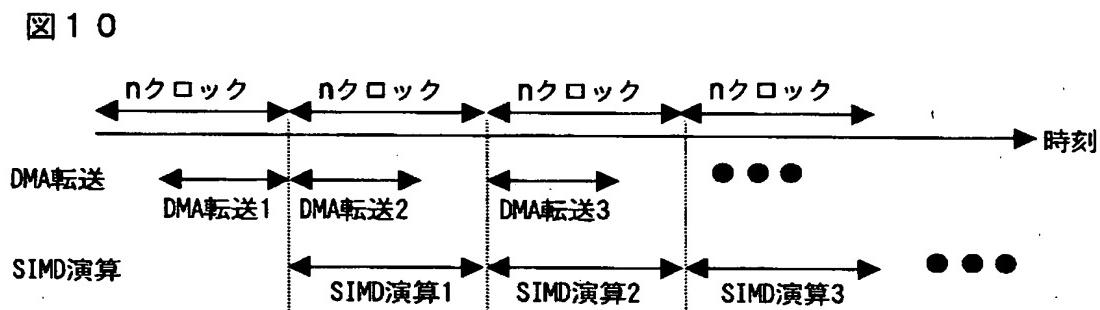
図8



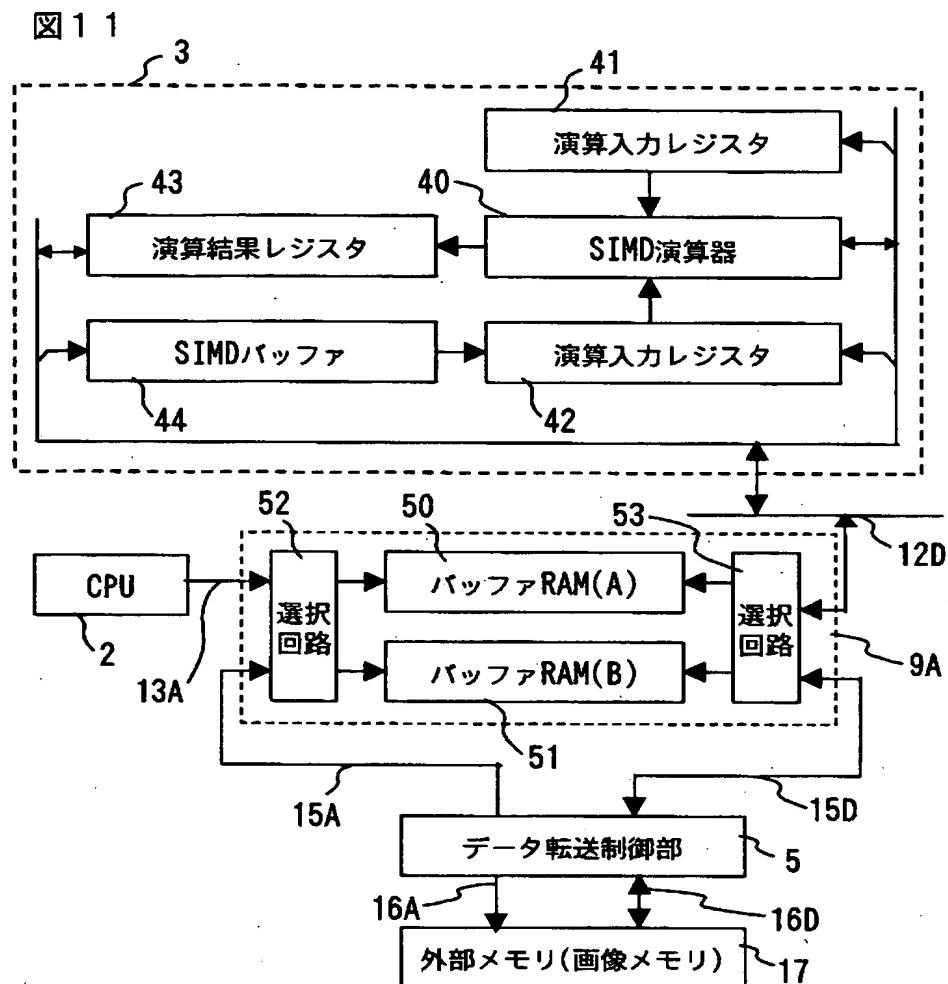
【図9】



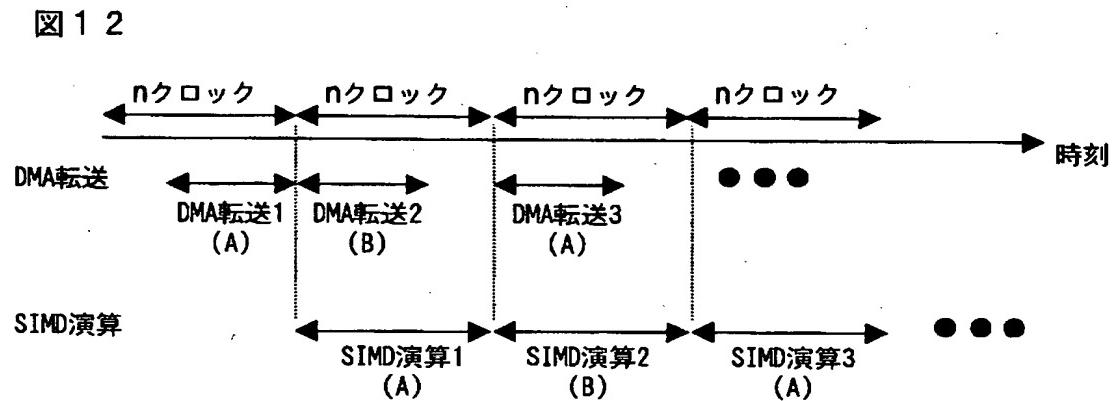
【図10】



【図1-1】

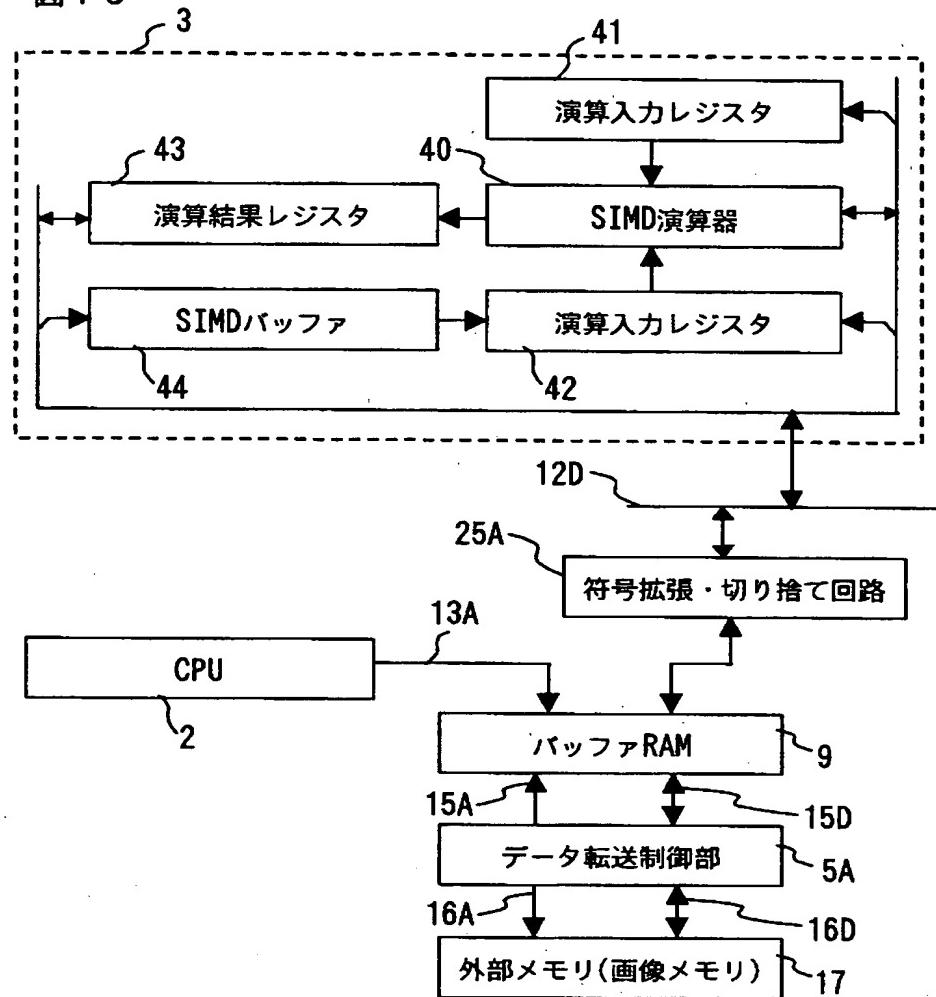


【図1-2】

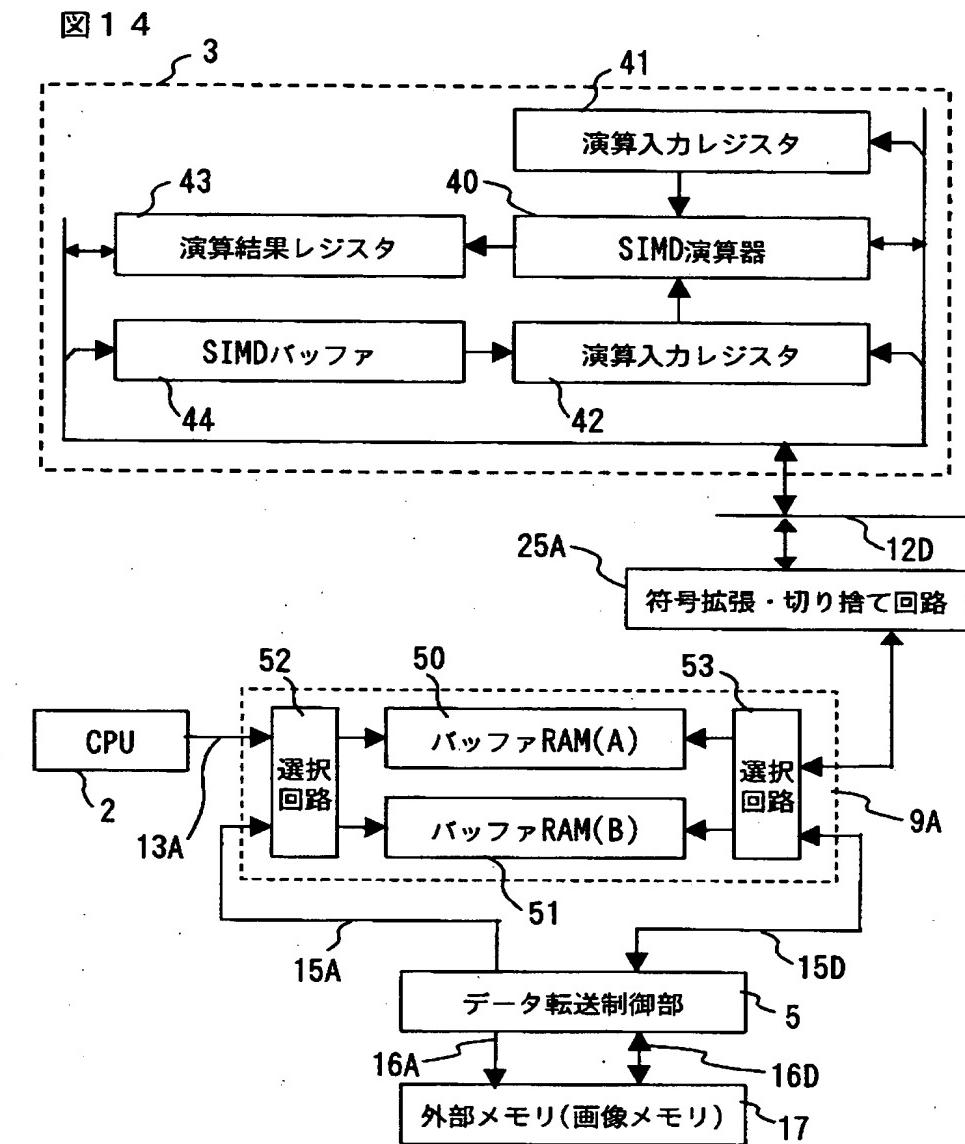


【図13】

図13

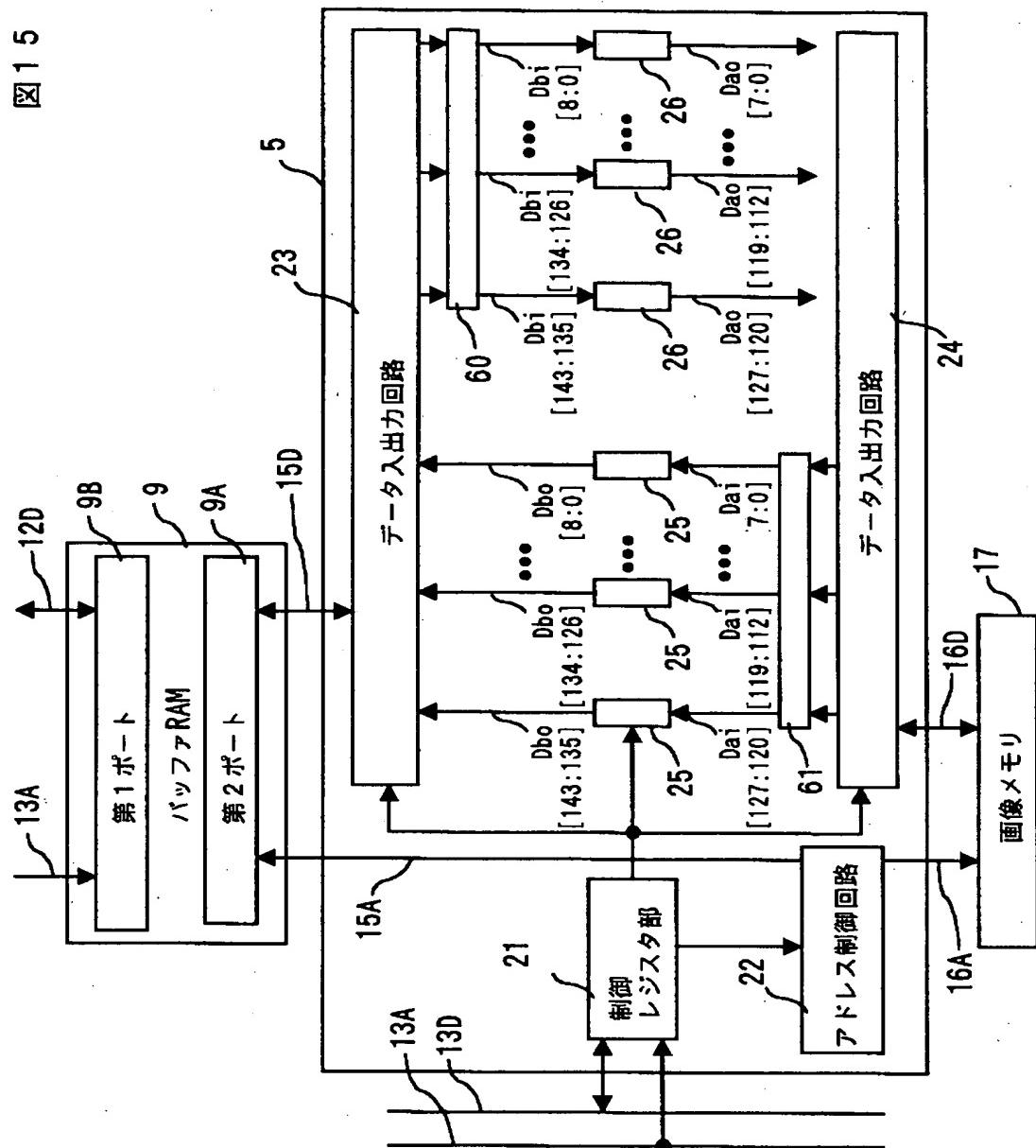


【図14】



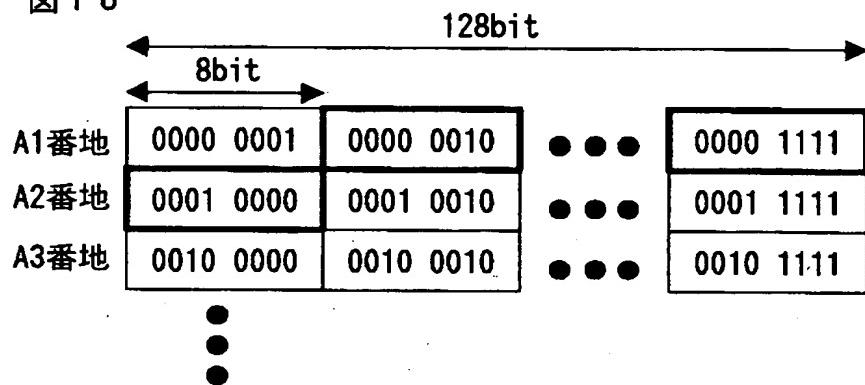
【図15】

図15



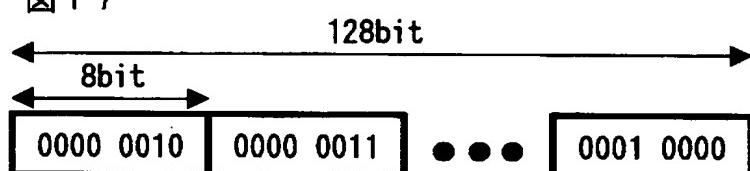
【図16】

図16



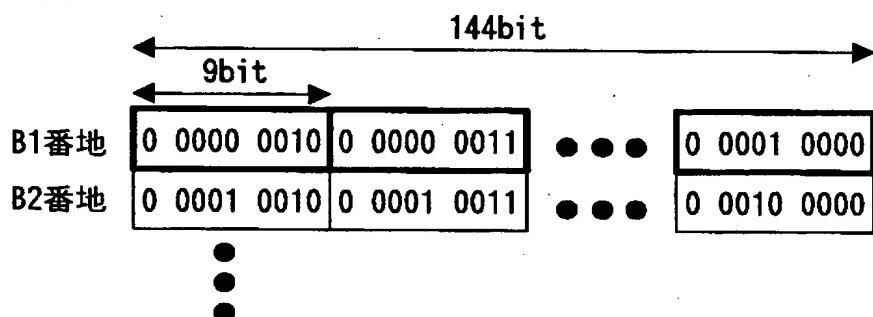
【図17】

図17



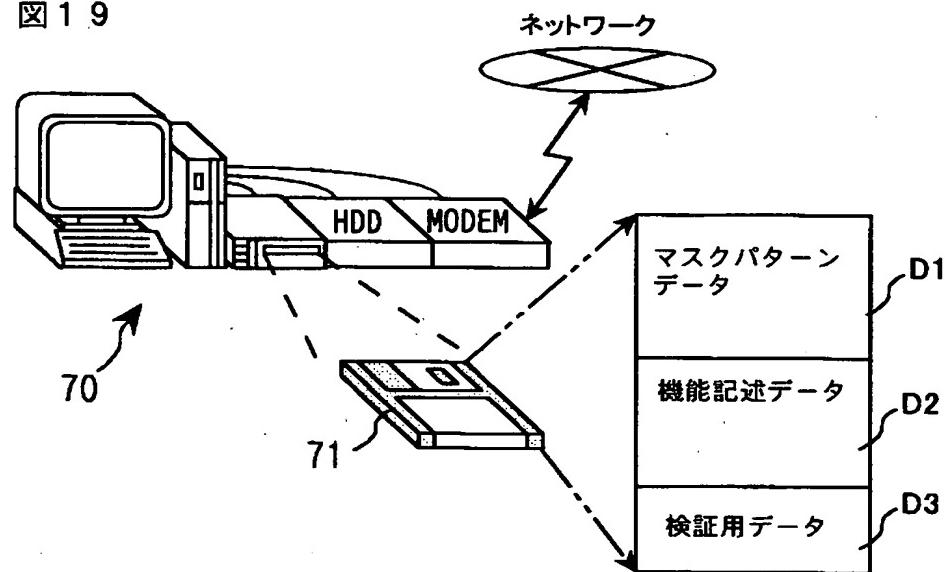
【図18】

図18



【図19】

図19



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 SIMD演算を効率的に行うことができる半導体集積回路を提供する

【解決手段】 半導体集積回路（1）は、複数個のデータを並列演算可能な SIMD演算部（3）と、 SIMD演算部に接続可能なデータバッファ（9）と、 データバッファとの間のデータ転送制御を行うデータ転送制御部（5）とを有し、 データ転送制御部は、データバッファから読み出された複数個のデータに対する SIMD演算部による演算動作に並行してデータバッファに次の演算に用いるデータを転送制御可能とされる。 SIMD演算部による演算動作に並行してデータバッファには以降の演算に用いるデータが転送されるから、 SIMD演算部はデータバッファへの演算データの内部転送動作によって演算動作が中断されず、 間段なく演算動作を行うことができ、 SIMD演算を効率的に行うことができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所